50 b) Para que dos núcleos mas ligeros se fusionen en uno mas pesado, han de colisionar a alta velocidad (alta energía cinética) para compensar la repulsión coulombiana entre las cargas positivas (protones) que poseen ambos núcleos. Para ello se necesitan temperaturas muy altas, las cuales poseen las estrellas, y que serían difíciles de lograr.

51) b) $A = \boxed{\lambda} \cdot N$ → Escribimos una expresión de la actividad en función de $T_{1/2}$ para poder escribir posteriormente la expresión de ambas actividades y compararlas.

$$A = \boxed{\lambda} \cdot N_0 \cdot e^{-\boxed{\lambda} \cdot t}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

$$A = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot \boxed{N_0} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t}$$

→ No especifica que tuviesen el mismo número de núcleos iniciales

$$\left\{ \begin{aligned} A_1 &= \underbrace{\frac{\ln 2}{T_{1/2}}}_{\lambda_1} \cdot N_{01} e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t} \\ A_2 &= \underbrace{\frac{\ln 2}{\boxed{2T_{1/2}}}}_{\lambda_2} \cdot N_{02} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{\boxed{2T_{1/2}}} \cdot t} \end{aligned} \right\}$$

Aquí el $T_{1/2}$ es el doble que en la otra

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\frac{\cancel{\ln 2}}{\cancel{T_{1/2}}} N_{01} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t}}{\frac{\cancel{\ln 2}}{2\cancel{T_{1/2}}} N_{02} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{2T_{1/2}} \cdot t}}$$

$$\frac{A_1}{A_2} = 2 \cdot \frac{N_{01}}{N_{02}} \, e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t - \left(-\frac{\ln 2}{2T_{1/2}} \cdot t\right)} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = 2 \cdot \frac{N_{01}}{N_{02}} \cdot e^{\frac{\ln 2}{2T_{1/2}} \cdot t - \frac{\ln 2}{T_{1/2}} t}$$

$$\Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = 2 \cdot \frac{N_{01}}{N_{02}} \cdot e^{\frac{(\ln 2) \cdot t}{T_{1/2}} \left(\frac{1}{2} - 1\right)} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = 2 \frac{N_{01}}{N_{02}} e^{-\boxed{\frac{\ln 2}{2T_{1/2}}}_{\lambda_2} t}$$

La relación entre ambas actividades decrecerá también exponencialmente con el tiempo.

60) a) $\boxed{N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}}$

$N \Rightarrow$ número de núcleos radiactivos que quedan sin desintegrar al cabo de un tiempo t.

$N_0 \Rightarrow$ número de núcleos radiactivos iniciales

$\lambda \Rightarrow$ constante de desintegración, característica de cada núcleo. Nos mide la probabilidad que tiene dicho núcleo de desintegrarse por unidad de tiempo.

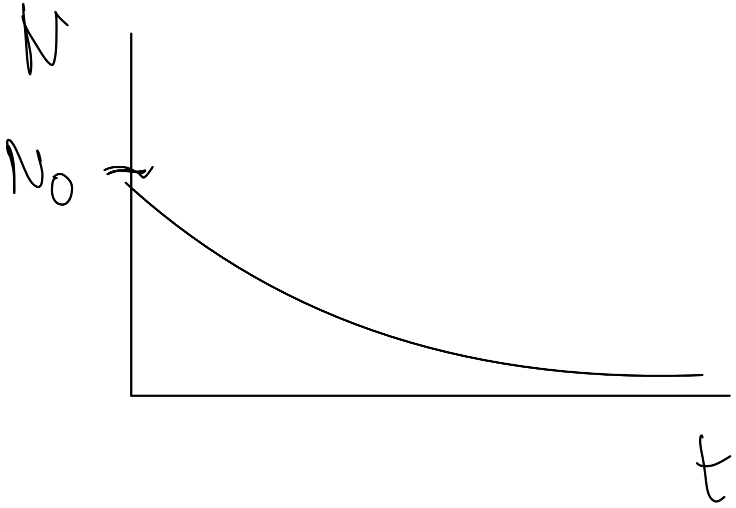
$t \Rightarrow$ tiempo transcurrido desde que existían los núcleos iniciales N_0 hasta quedarnos con N núcleos.

b) $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ $\quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ $\Rightarrow$ La afirmación es falsa, cuanto mayor es $T_{1/2}$, mayor es la vida media τ, y por ello es más probable que tarde más en desintegrarse.

Estudiamos la vida media. $\Leftarrow \tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\frac{\ln 2}{T_{1/2}}} \Rightarrow \boxed{\tau = \frac{T_{1/2}}{\ln 2}}$

Q1 Características del proceso de desintegración: explicar la ley
a) de la desintegración radiactivas y hablar de que se trata de una ley estadística en la cual el número de núcleos radiactivos decrece exponencialmente con el tiempo.

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}.$$



periodo de semidesintegración $T_{1/2}$ es el tiempo que transcurre desde que un número de núcleos radiactivos N_0 pasa a ser la mitad $\left(N = \frac{N_0}{2}\right)$ de los que había inicialmente

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}.$$

Vida media $\tau = \frac{1}{\lambda}$, promedio de tiempo que dura un núcleo sin desintegrarse.

61 b) $\tau = \dfrac{1}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \dfrac{1}{\tau} = \dfrac{1}{2'6 \text{ años}} = 0'38 \text{ años}^{-1}.$

$$m = m_0 \cdot e^{-\lambda t}.$$

$$\ln m = \ln m_0 - \lambda t.$$

$$\ln 0'5 = \ln 1 - 0'38 \text{ años}^{-1} \cdot t.$$

$$\ln 0'5 - \ln 1 = -0'38 \text{ años}^{-1} t.$$

$$\ln \frac{0'5}{1} = -0'38 \text{ años}^{-1} \cdot t.$$

$t = \dfrac{\ln 0'5}{0'38 \text{ años}^{-1}} = 1'82$ años, se observa que coincide con $T_{1/2}$. (se reducen a la mitad los núcleos y la masa)

$$\left(T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0'38} = 1'82 \text{ años.} \right)$$

62) a) $m = m_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$.

$t = 2021 - 1898 = 123$ años.

$\ln m = \ln \boxed{m_0} - \boxed{\lambda} \boxed{t}$

$m_0 = 200\ mg$.

$T_{1/2} = 1620$ años.

$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{1620\ \text{años}}$

$\Rightarrow \lambda = 4'27 \cdot 10^{-4}$ años^{-1}.

$\ln m = \ln 200\ mg - 4'27 \cdot 10^{-4}\ \cancel{\text{años}}^{-1} \cdot 133\ \cancel{\text{años}} \Rightarrow \boxed{m = 190'18\ mg}$

b) $200\ mg \xrightarrow{123\ \text{años}} 190'18\ mg \xrightarrow{500\ \text{años}} 154\ mg$.

$\ln m = \ln m_0 - \lambda \cdot t$.

$\ln m = \ln 190'18 - 4'27 \cdot 10^{-4}\ \cancel{\text{años}}^{-1} \cdot 500\ \cancel{\text{años}}$

$m = 154\ mg$.

$200\ mg \xrightarrow{123\ años} 190'18\ mg \xrightarrow{500\ años} 154\ mg.$

masa de radio inicial.

masa de radio desintegrada

masa de radio final.

$M_{desintegrada} = 200\ mg - 154\ mg$

$\boxed{M_{desintegrada} = 46\ mg}$

200 mg —— 100%

46 mg —— X

X = 23% de la masa se habrá desintegrado con respecto a la original que había.

74

a) $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$ Explican la ley de la desintegración radiactiva

$N_0 = 3\,\cancel{moles}\ \dfrac{6'02 \cdot 10^{23}\ \text{núcleos}}{1\,\cancel{mol}} = \boxed{1'806 \cdot 10^{24}\ \text{núcleos de } {}^{A}_{Z}X \text{ iniciales}}$

$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ $\lambda = 2 \cdot 10^{-10}\ s^{-1}$

$N = 1'806 \cdot 10^{24} \cdot e^{-2 \cdot 10^{-10} s^{-1} \cdot 925\,\cancel{años} \cdot \frac{365 \cdot 24 \cdot 3600 s}{1\,\cancel{año}}} =$ $\boxed{5'28 \cdot 10^{21}\ \text{núcleos radiactivos de } {}^{A}_{Z}X \text{ nos quedan cuando pasan 925 años.}}$

$\boxed{\text{Cada núcleo desintegrado emitió una partícula } \alpha \Rightarrow {}^{4}_{2}He}$

núcleos desintegrados.

$N_0 - N = 1'806 \cdot 10^{24} - 5'28 \cdot 10^{21} = 1'8 \cdot 10^{24}$ partículas α (${}^{4}_{2}He$) se emiten.

$6'023 \cdot 10^{23}$ partículas ${}^{4}_{2}He$ — 1 mol

$1'8 \cdot 10^{24}$ partículas ${}^{4}_{2}He$ — X

$\boxed{X = 2'99 \text{ moles } {}^{4}_{2}He \text{ se emiten.}}$

76 a)

$$^{32}_{15}P \longrightarrow {}^{32}_{16}X + {}^{0}_{-1}\beta + E \longrightarrow$$ La energía liberada es la E_c con la que se emite el electrón.

$$\underbrace{^{32}_{15}P}_{\text{MAYOR MASA}} \qquad \underbrace{^{32}_{16}X + {}^{0}_{-1}\beta}_{\text{MENOR MASA.}}$$

$$E = 1'7\ \cancel{MeV} \cdot \frac{10^6\ eV}{1\ \cancel{MeV}} = 1'7 \cdot 10^6\ eV =$$

$$= 1'7 \cdot 10^6\ eV\ \frac{1'6 \cdot 10^{-19}\ J}{1\ eV} = \boxed{2'72 \cdot 10^{-13}\ J}$$

$$\boxed{\Delta m} = M_{^{32}_{15}P} - \boxed{m_{^{32}_{16}X}} - m_e$$

¿?

El defecto de masa es el que se corresponde con esa liberación de energía.

$$E = \Delta m\, c^2.$$

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{2'72 \cdot 10^{-13}\ J}{(3 \cdot 10^8)^2} = 3'02 \cdot 10^{-30}\ Kg$$

$$3'02 \cdot 10^{-30}\ \cancel{Kg}\ \frac{1u}{1'7 \cdot 10^{-27}\ \cancel{Kg}} = \boxed{1'78 \cdot 10^{-3}\ u}$$

¿?

$$m_{^{32}_{16}X} = M_{^{32}_{15}P} - m_e - \boxed{\Delta m}$$

$$m_{^{32}_{16}X} = 31'973908u - 5'5 \cdot 10^{-4}\ u - 1'78 \cdot 10^{-3}\ u$$

$$\boxed{m_{^{32}_{16}X} = 31'971578\ u}$$

80

a) $^{12}_{5}B \longrightarrow\ ^{12}_{6}C^{*} + \ ^{0}_{-1}\beta$

$^{12}_{6}C^{*} \longrightarrow\ ^{12}_{6}C + \ ^{0}_{0}\gamma + \boxed{E = 4'4\ MeV.}$

b) $E = 4'4\ \cancel{MeV} \cdot \frac{10^6\ eV}{1\ \cancel{MeV}} = 4'4 \cdot 10^6\ \cancel{eV} \cdot \frac{1'6 \cdot 10^{-19}\ J}{1\ \cancel{eV}}$

$E = 7'04 \cdot 10^{-13}\ J$

$E = h \cdot f_\gamma \Rightarrow$ Hipótesis de Planck.

$f_\gamma = \frac{E}{h} = \frac{7'04 \cdot 10^{-13}\ \cancel{J}}{6'6 \cdot 10^{-34}\ \cancel{J} \cdot s} = \boxed{1'0\hat{6} \cdot 10^{21}\ Hz.}$

82) $^{59}_{27}Co + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{56}_{25}Mn + ^{4}_{2}He$

a) $^{124}_{51}Sb \longrightarrow ^{124}_{52}Te + ^{0}_{-1}\beta$

b) Las reacciones químicas solo afectan a la corteza electrónica, nunca aparecen en los productos elementos químicos que no existan en los reactivos.
Las reacciones nucleares afectan al núcleo atómico.
Y pueden aparecer elementos químicos en los productos distintos a los de los reactivos.

101 $^{210}_{83}Bi \longrightarrow {}^{210}_{84}Po + {}^{0}_{-1}\beta$

a) $^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$

b) $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

$T_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \dfrac{\ln 2}{T_{1/2}} = \dfrac{\ln 2}{5 \text{ días}}$

$\ln N = \ln N_0 - \lambda \cdot t$

$\lambda = 0'14 \text{ días}^{-1}$

$\ln N = \ln 6'02 \cdot 10^{23} - 0'14\ \cancel{\text{días}^{-1}} \cdot 10\ \cancel{\text{días}}$

$\ln N = 53'25$

$N = 1'48 \cdot 10^{23}$ núcleos radiactivos quedan al cabo de 10 días.

$N_0 = 6'02 \cdot 10^{23}$ núcleos $\longrightarrow N = 1'48 \cdot 10^{23}$ núcleos

Núcleos desintegrados.

$N_0 - N = 4'54 \cdot 10^{23}$ núcleos se han desintegrado

102

a) $\underbrace{{}^{12}_{5}B}_{\text{MAYOR MASA}} \longrightarrow \underbrace{{}^{12}_{6}C + {}^{0}_{-1}\beta}_{\text{MENOR MASA.}} + E = \Delta m \cdot c^2$.

$\Delta m = m_{{}^{12}_{5}B} - m_{{}^{12}_{6}C} - m_e \longrightarrow m_e = 9'1 \cdot 10^{-31}\,\cancel{kg} \cdot \frac{1u}{1'7 \cdot 10^{-27}\,\cancel{kg}} = \boxed{5'35 \cdot 10^{-4}\,u}$

$\Delta m = 12'01435\,u - 12\,u - 5'35 \cdot 10^{-4}\,u$.

$\Delta m = 0'013815\,\cancel{u} \cdot \frac{1'7 \cdot 10^{-27}\,kg}{1\,\cancel{u}} = 2'35 \cdot 10^{-29}\,kg$.

$E = \Delta m \cdot c^2 = 2'35 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2'115 \cdot 10^{-12}\,J$ / núcleo de ${}^{12}_{5}B$ desintegrado

$E_{total} = 6'02 \cdot 10^{23}\,\cancel{\text{núcleos desint}} \cdot 2'115 \cdot 10^{-12}\,\frac{J}{\cancel{\text{núcleos desint}}}$

$E_{total} = 1'27 \cdot 10^{12}\,J$

104

a) $\underbrace{{}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H}_{\text{mayor masa}} \longrightarrow \underbrace{{}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n}_{\text{menor masa}} + E\uparrow$

b) $\Delta m = \left[m_{{}^{2}_{1}H} + m_{{}^{3}_{1}H} \right] - \left[m_{{}^{4}_{2}He} + m_{n} \right] =$

$= 2'01474\,u + 3'01700\,u - 4'00388\,u - 1'0087\,u =$

$= 0'01916\,u \cdot \frac{1'67 \cdot 10^{-27}\,kg}{1u} = 3'2 \cdot 10^{-29}\,kg.$

$E = \Delta m \cdot c^2 = 3'2 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2'88 \cdot 10^{-12}\,J$ / núcleo de ${}^{4}_{2}He$ formado

Si no dan el número de Avogadro, no lo podemos usar

$M_{{}^4_2He} = 4'00388\,u \cdot \dfrac{1'67\cdot 10^{-27}\,Kg}{1u} = 6'69\cdot 10^{-27}\,Kg.$

1 núcleo ${}^4_2He$ $(6'69\cdot 10^{-27}\,Kg)$ liberaba $2'88\cdot 10^{-12}\,J$.

$6'69\cdot 10^{-27}\,Kg$ —— $2'88\cdot 10^{-12}\,J.$

$0'1\,g\,{}^4_2He \rightarrow 0'1\cdot 10^{-3}\,Kg$ —— X

$X = 4'3\cdot 10^{10}\,J$ se liberan.

$$E = 2'88\cdot 10^{-12}\,\frac{J}{\text{núcleo}}\cdot\frac{1\ \text{núcleo}}{6'69\cdot 10^{-27}\,\cancel{Kg}}\cdot 10^{-4}\,\cancel{Kg} = \boxed{4'3\cdot 10^{10}\,J\ \text{se liberan.}}$$

(106) a) la actividad de la muestra es la velocidad de desintegración que poseen los núcleos radiactivos de la muestra

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5370 \text{ años}}$$

$$\boxed{\lambda = 1'29 \cdot 10^{-4} \text{ años}^{-1}}$$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$\lambda \cdot N = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$\ln A = \ln A_0 - \lambda \cdot t$$

$$\ln 150 = \ln 450 - 1'29 \cdot 10^{-4} \text{ año}^{-1} \cdot t$$

$$t = 9155'1 \text{ años}$$

b) $A_{\substack{\text{muestra}\\\text{arqueológica}}} = \lambda \cdot N \Rightarrow N = \dfrac{A_{\substack{\text{muestra}\\\text{arqueológica}}}}{\boxed{\lambda}} = \dfrac{150 \frac{\text{desint}}{\text{s}}}{4'09 \cdot 10^{-12} \text{ s}^{-1}} = \boxed{3'67 \cdot 10^{13} \text{ núcleos}}$

$$\cancel{\lambda} = 1'29 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\cancel{\text{año}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{año}}}{365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = 4'09 \cdot 10^{-12} \text{ s}^{-1}$$

106) b) Continuación. El carbono-14 se desintegra emitiendo una partícula β

$$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}\beta$$

Luego el número de átomos de $^{14}_{6}C$ disminuye exponencialmente según la ley de la desintegración radiactiva

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}.$$

107

$$\underbrace{{}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n}_{\text{mayor masa}} \longrightarrow \underbrace{{}^{144}_{56}Ba + {}^{90}_{36}Kr + 2\,{}^{1}_{0}n}_{\text{menor masa}} + \Delta E$$

$$\Delta m = \left[M_{{}^{235}_{92}U} + M_n \right] - \left[M_{{}^{144}_{56}Ba} + m_{{}^{90}_{36}Kr} + 2M_n \right] =$$

$$= 235'15\,u + 1'008665\,u - 143'92\,u - 89'94\,u - 2 \cdot 1'008665\,u =$$

$$= 0'251335\,\cancel{u} \cdot \frac{1'7 \cdot 10^{-27}\,kg}{1\,\cancel{u}} = 4'27 \cdot 10^{-28}\,kg.$$

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 4'27 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 3'85 \cdot 10^{-11}\,J/\text{núcleo}.$$

$$45 \cdot 10^8\,W = 45 \cdot 10^8\,\frac{J}{s} \cdot \frac{86400\,s}{1\,\text{día}} = 3'89 \cdot 10^{14}\,J/\text{día}.$$

$$1 \text{ núcleo} \xrightarrow{\text{libera}} 3'85 \cdot 10^{-11} J.$$

$$x \text{ núcleos} \longrightarrow 3'89 \cdot 10^{14} J$$

$x = 1'01 \cdot 10^{25}$ núcleos liberan la energía de un día.

$$M_{\,^{235}_{92}U} = 235'12 \cancel{u} \cdot \frac{1'7 \cdot 10^{-27} Kg}{1 \cancel{u}} = 4 \cdot 10^{-25} Kg$$

$$1 \text{ núcleo} \longrightarrow 4 \cdot 10^{-25} Kg.$$

$$1'01 \cdot 10^{25} \text{ núcleos} \longrightarrow x$$

$x = 4'04$ Kg de $^{235}_{92}U$ se consumen en un día.

(111) $\underbrace{{}^{15}_{7}N + {}^{1}_{1}H}_{\text{mayor masa}} \longrightarrow \underbrace{{}^{12}_{6}C + {}^{4}_{2}He}_{\text{menor masa.}} + E$ $\quad E = \Delta m \cdot c^2$.

$$\Delta m = \left[m_{{}^{15}_{7}N} + m_{{}^{1}_{1}H}\right] - \left[m_{{}^{12}_{6}C} + m_{{}^{4}_{2}He}\right] =$$

$$= 15'000108u + 1'007825u - 12u - 4'002603u = 5'33 \cdot 10^{-3}u$$

$$= 5'33 \cdot 10^{-3}u \cdot \frac{1'7 \cdot 10^{-27}}{1u} = 9'06 \cdot 10^{-30}\,kg.$$

$E = \Delta m \cdot c^2 = 9'06 \cdot 10^{-30} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 8'15 \cdot 10^{-13}\,J$ por cada núcleo de ${}^{12}_{6}C$ formado.

1 núcleo ${}^{12}_{6}C = 12u \cdot \frac{1'7 \cdot 10^{-27}}{1u} = 2'04 \cdot 10^{-26}\,kg \Rightarrow 2'04 \cdot 10^{-26}\,kg - 8'15 \cdot 10^{-13}\,J$

$1\,kg - X$

$X = 4'\widehat{16} \cdot 10^{13}\,J.$

(129) a) Ver teoría.

b) $A_0 = \lambda \cdot N_0$.

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{1'85 \cdot 10^{16}\ Bq}{1 \cdot 10^{-6}\ S} = 1'85 \cdot 10^{22}\ \text{núcleos}.$$

$Bq = \frac{\text{núcleos desint.}}{S}$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{7'97\ \text{días}} = 0'087 \frac{1}{\text{días}} \cdot \frac{1\ \text{día}}{86400\ S} = \boxed{1 \cdot 10^{-6}\ S}$$

Calculamos que masa se corresponde

$$1\ \text{núcleo}\ {}^{131}Ba = 130'906941\ \cancel{u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27}\ Kg}{1\ \cancel{u}} = 2'17 \cdot 10^{-25}\ Kg.$$

1 núcleo —— $2'17 \cdot 10^{-25}$ Kg.

$1'85 \cdot 10^{22}$ núcleos —— X

$X = 4 \cdot 10^{-3}$ Kg.

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}.$$

$$\ln A = \ln A_0 - \lambda t.$$

$$t = -\frac{\ln A - \ln A_0}{\lambda} = -\frac{\ln 1'85\cdot 10^{13} - \ln 1'85\cdot 10^{16}}{1\cdot 10^{-6}} = 6'92\cdot 10^{6}\ s$$

(79'54 años)

130) a) Ver Teoría.

b) $^{15}_{7}N + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{12}_{6}C + ^{4}_{2}He + E$.

$$\Delta m = \left[m_{^{15}_{7}N} + m_{^{1}_{1}H} \right] - \left[m_{^{14}_{6}C} + m_{^{4}_{2}He} \right]$$

$$\Delta m = 15'000109\,u + 1'007825\,u - 12\,u - 4'002603\,u.$$

$$\Delta m = 5'331 \cdot 10^{-3} \cancel{u} \cdot \frac{1'67 \cdot 10^{-27}\,Kg}{1\cancel{u}} = 8'9 \cdot 10^{-30}\,Kg.$$

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 8'9 \cdot 10^{-30} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 8'01 \cdot 10^{-13}\,J$$ se liberan por cada átomo de $^{12}_{6}C$ formado

$$1 \text{ átomo de } C = 12\cancel{u} \cdot \frac{1'67 \cdot 10^{-27}\,Kg}{1\cancel{u}} = 2 \cdot 10^{-26}\,Kg.$$

$2 \cdot 10^{-26}\,Kg\ ^{12}_{6}C \longrightarrow 8'01 \cdot 10^{-13}\,J$

$1\,Kg\ ^{12}_{6}C \longrightarrow X$

$$\boxed{X = 4 \cdot 10^{13}\,J}$$

(135) a) Ver Teoría.

b)

19 nucleones $\begin{cases} 9 \text{ protones} \\ + \\ 10 \text{ neutrones} \end{cases} \Rightarrow {}^{19}_{9}F$

$$\Delta m = [9 m_p + 10 m_n] - [M_{{}^{19}_{9}F}] = 9 \cdot 1'007276 u + 10 \cdot 1'0086854 - 18'9984034$$

$$\Delta m = 0'153931 \cancel{u} \frac{1'66 \cdot 10^{-27} Kg}{1 \cancel{u}} = 2'55 \cdot 10^{-28} Kg.$$

$$E_{e\,{}^{19}_{9}F} = \Delta m \cdot c^2 = 2'55 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2'3 \cdot 10^{-11} J.$$

$$E_n = \frac{E_e}{A} = \frac{2'3 \cdot 10^{-11} J}{19 \text{ nucleones}} = 1'21 \cdot 10^{-12} J/\text{nucleón}.$$

131 nucleones $\begin{cases} 53 \text{ protones} \\ + \\ 78 \text{ neutrones} \end{cases} \Rightarrow {}^{131}_{53}I$

$$\Delta m = 53 \cdot m_p + 78 \cdot m_n - M_{^{131}_{53}I} = 53 \cdot 1'007276\,u + 78 \cdot 1'008685\,u -$$

$$- 130'906126\,u = 1'15693\,2\,\cancel{u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27}\,kg}{1\,\cancel{u}} = 1'92 \cdot 10^{-27}\,kg.$$

$$E_{e\,^{131}_{53}I} = \Delta m \cdot c^2 = 1'92 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1'73 \cdot 10^{-10}\,J.$$

$$E_n = \frac{E_e}{A} = \frac{1'73 \cdot 10^{-10}\,J}{131\ \text{nucleones}} = 1'32 \cdot 10^{-12}\,J/\text{nucleón}$$

$$\Downarrow$$

Posee mayor energía de enlace por nucleón luego es más estable.